

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-200351

(43)Date of publication of application : 19.07.1994

(51)Int.Cl.

C22C 38/00

C22C 38/14

(21)Application number : 04-360347

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 28.12.1992

(72)Inventor : MIYOSHI TETSUJI

TSUKATANI ICHIRO

YOKOI TOSHIO

SHIRASAWA HIDENORI

KASHIMA TAKAHIRO

**(54) HIGH STRENGTH HOT ROLLED STEEL PLATE EXCELLENT IN STRETCH-FLANGE FORMABILITY****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To obtain a high strength hot rolled steel plate for working, having high strength and superior stretch-flange formability, by specifying the structure of a steel having a specific composition consisting of C, Si, Mn, P, S, N, Al, Ti, and Fe.

**CONSTITUTION:** The steel has a composition consisting of, by weight, 0.02-0.10% C,  $\leq 2.0\%$  Si, 0.5-2.0% Mn,  $\leq 0.08\%$  P,  $\leq 0.006\%$  S,  $\leq 0.005\%$  N, 0.01-0.1% Al, 0.06-0.3% Ti, and the balance Fe with inevitable impurities and satisfying  $0.50 < (Ti - 3.43N - 1.5S) / 4C$  and further containing, if necessary, prescribed amounts of Nb, Mo, V, Zr, Cr, Ni, and Ca. A structure, where the area ratio of low-temp. transformation products and pearlite is regulated to  $\leq 15\%$  and TiC is dispersed in polygonal ferrite, is provided to the steel, by which a hot rolled steel plate increased 111 strength as to have  $\geq$  about 70kgf/mm<sup>2</sup> tensile strength and excellent in stretch-flange formability can be obtained. This structure is obtained by finishing hot rolling at about 850-920° C and then regulating cooling velocity and coiling temp.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-200351

(43)公開日 平成6年(1994)7月19日

(51)IntCl.<sup>5</sup>

C 2 2 C 38/00  
38/14

識別記号

3 0 1 W

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-360347

(22)出願日 平成4年(1992)12月28日

(71)出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

(72)発明者 三好鉄二

兵庫県加古川市金沢町1番地株式会社神戸  
製鋼所加古川製鉄所内

(72)発明者 塚谷一郎

兵庫県加古川市金沢町1番地株式会社神戸  
製鋼所加古川製鉄所内

(72)発明者 横井利雄

兵庫県加古川市金沢町1番地株式会社神戸  
製鋼所加古川製鉄所内

(74)代理人 弁理士 中村 尚

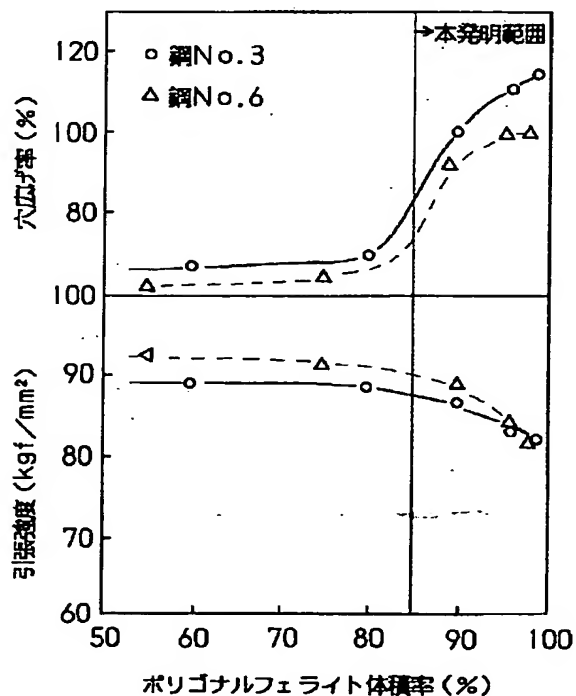
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 伸びフランジ性に優れた高強度熱延鋼板

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 引張強度が70kgf/mm<sup>2</sup>以上の高強度で優れた伸びフランジ性を有する熱延鋼板を提供する。

【構成】 C:0.02~0.10%、Si≤2.0%、Mn:0.5~2.0%、P≤0.08%、S≤0.006%、N≤0.005%、Al:0.01~0.1%を含有し、Ti:0.06~0.3%で、かつ、 $0.50 < (Ti - 3.43N - 1.5S) / 4C$ となる量のTiを含有し、残部がFe及び他の不可避免の不純物よりなる鋼であって、低温変態生成物及びパーライトの面積比率が15%以下で、かつ、ポリゴナルフェライト中にTiCが分散した組織を有することを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%(以下、同じ)で、C:0.02~0.10%、Si≤2.0%、Mn:0.5~2.0%、P≤0.08%、S≤0.006%、N≤0.005%、Al:0.01~0.1%を含有し、Ti:0.06~0.3%で、かつ、 $0.50 < (Ti - 3.43N - 1.5S) / 4C$ となる量のTiを含有し、残部がFe及び他の不可避的不純物よりなる鋼であって、低温変態生成物及びパーライトの面積比率が15%以下で、かつ、ポリゴナルフェライト中にTiCが分散した組織を有することを特徴とする伸びフランジ性に優れた高強度熱延鋼板。

【請求項2】 C:0.02~0.10%、Si≤2.0%、Mn:0.5~2.0%、P≤0.08%、S≤0.006%、N≤0.005%、Al:0.01~0.1%を含有し、Ti:0.06~0.3%、Nb:0.005~0.2%で、かつ、 $0.50 < [(Ti - 3.43N - 1.5S) / 4 + Nb / 7.75] / C$ となる量のTi及びNbを含有し、残部がFe及び他の不可避的不純物よりなる鋼であって、低温変態生成物及びパーライトの面積比率が15%以下で、かつ、ポリゴナルフェライト中にTiC及びNbCが分散した組織を有することを特徴とする伸びフランジ性に優れた高強度熱延鋼板。

【請求項3】 C:0.02~0.10%、Si≤2.0%、Mn:0.5~2.0%、P≤0.08%、S≤0.006%、N≤0.005%、Al:0.01~0.1%を含有し、Ti:0.06~0.3%で、かつ、 $0.50 < (Ti - 3.43N - 1.5S) / 4C$ となる量のTiを含有し、更に、Mo:0.05~0.5%、V:0.01~0.2%、Zr:0.01~0.2%、Cr:0.1~2.0%、Ni:0.1~2.0%、Ca:0.01%以下よりなる群から選ばれる少なくとも1種を含有し、残部がFe及び他の不可避的不純物よりなる鋼であって、低温変態生成物及びパーライトの面積比率が15%以下で、かつ、ポリゴナルフェライト中にTiC及び他の炭化物が分散した組織であることを特徴とする伸びフランジ性に優れた高強度熱延鋼板。

【請求項4】 C:0.02~0.10%、Si≤2.0%、Mn:0.5~2.0%、P≤0.08%、S≤0.006%、N≤0.005%、Al:0.01~0.1%を含有し、Ti:0.06~0.3%、Nb:0.005~0.2%で、かつ、 $0.50 < [(Ti - 3.43N - 1.5S) / 4 + Nb / 7.75] / C$ となる量のTi及びNbを含有し、更に、Mo:0.05~0.5%、V:0.01~0.2%、Zr:0.01~0.2%、Cr:0.1~2.0%、Ni:0.1~2.0%、Ca:0.01%以下よりなる群から選ばれる少なくとも1種を含有し、残部がFe及び他の不可避的不純物よりなる鋼であって、低温変態生成物及びパーライトの面積比率が15%以下で、かつ、ポリゴナルフェライト中にTiC及び他の炭化物が分散した組織であることを特徴とする伸びフランジ性に優れた

高強度熱延鋼板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は伸びフランジ加工性に優れた高強度熱延鋼板に関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 近年、自動車、建築等の多くの産業分野における部材の軽量化の傾向が高まり、それに伴い高強度の熱延鋼板が用いられているが、熱延鋼板が用いられる用途においては、優れた伸びフランジ性が要求されることが多い。

【0003】 従来、かかる加工用高強度熱延鋼板としては、フェライト・マルテンサイト組織或いはフェライト・ベイナイト組織からなる混合組織のものが広く知られている。

【0004】 しかし、フェライト・マルテンサイト組織は、変形の初期からマルテンサイトの周囲にミクロ・ボイドが発生して割れを生じるため、伸びフランジ性に劣る問題がある。

【0005】 また、フェライト・ベイナイト組織は、伸びフランジ性は優れており、これまでに特開昭57-101649号公報及び特開昭61-130454号公報で、伸びフランジ性が優れたフェライト・ベイナイト組織高強度熱延鋼板が既に提案されている。しかし、この組織を用いて伸びフランジ性を確保しながら70kgf/mm<sup>2</sup>以上の強度を得るのは困難である。

【0006】 一方、特開平2-8349号公報では、冷間加工性及び溶接性に優れた55kgf/mm<sup>2</sup>以上の高張力熱延鋼帯が既に提案されているが、70kgf/mm<sup>2</sup>以上の強度では第2相体積率が高く、厳しい曲げ加工及び伸びフランジ加工を行うのは困難である。また、これまでの析出強化による高強度熱延鋼板は、パーライト等のセメンタイトが多量に存在したために、優れた伸びフランジ性を得ることができなかった。

【0007】 本発明は、上記従来技術の問題点を解決して、引張強度が70kgf/mm<sup>2</sup>以上の高強度で優れた伸びフランジ性を有する熱延鋼板を提供することを目的とするものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、上記問題点を解決するために鋭意研究した結果、ベイナイト、マルテンサイト及びパーライト等のセメンタイトを最小限にし、かつ、組織の大部分を固溶Cの少ないポリゴナルフェライトにし、TiCを中心とした析出強化と固溶強化によって引張強度が70kgf/mm<sup>2</sup>以上で優れた伸びフランジ性が得られることを見い出して、ここに本発明に至ったものである。

【0009】 すなわち、本発明は、C:0.02~0.10%、Si≤2.0%、Mn:0.5~2.0%、P≤0.08%、S≤0.006%、N≤0.005%、Al:0.0

1~0.1%を含有し、 $Ti: 0.06 \sim 0.3\%$ で、かつ、 $0.50 < (Ti - 3.43N - 1.5S) / 4C$ となる量のTiを含有し、残部がFe及び他の不可避的不純物よりなる鋼であって、低温変態生成物及びパーライトの面積比率が15%以下で、かつ、ポリゴナルフェライト中にTiCが分散した組織を有することを特徴とする伸びフランジ性に優れた高強度熱延鋼板を要旨とするものである。

【0010】また、他の本発明は、 $C: 0.02 \sim 0.10\%$ 、 $Si \leq 2.0\%$ 、 $Mn: 0.5 \sim 2.0\%$ 、 $P \leq 0.08\%$ 、 $S \leq 0.006\%$ 、 $N \leq 0.005\%$ 、 $Al: 0.01 \sim 0.1\%$ を含有し、 $Ti: 0.06 \sim 0.3\%$ 、 $Nb: 0.005 \sim 0.2\%$ で、かつ、 $0.50 < [(Ti - 3.43N - 1.5S) / 4 + Nb / 7.75] / C$ となる量のTi及びNbを含有し、残部がFe及び他の不可避的不純物よりなる鋼であって、低温変態生成物及びパーライトの面積比率が15%以下で、かつ、ポリゴナルフェライト中にTiC及びNbCが分散した組織を有することを特徴とする伸びフランジ性に優れた高強度熱延鋼板を要旨とするものである。

【0011】また、他の本発明は、上記の各発明において、更に $Mo: 0.05 \sim 0.5\%$ 、 $V: 0.01 \sim 0.2\%$ 、 $Zr: 0.01 \sim 0.2\%$ 、 $Cr: 0.1 \sim 2.0\%$ 、 $Ni: 0.1 \sim 2.0\%$ 、 $Ca: 0.01\%$ 以下よりなる群から選ばれる少なくとも1種を含有することを特徴とするものである。

【0012】

【作用】

【0013】以下に本発明を更に詳細に説明する。まず、本発明における鋼の化学成分の限定理由について説明する。

【0014】C: Cは鋼の強化を高めるために添加され、かゝる効果を有効に発揮させるためには少なくとも0.02%を添加する必要がある。しかし、過多に添加すると、炭化物を形成するのに必要なTi或いはNbの添加量が増加し、コストアップとなるばかりか、伸びフランジ性が劣化するので、添加量の上限を0.10%とする。

【0015】Si: Siはポリゴナルフェライトの生成を促し、フェライトの固溶C量を低減させ、更に伸びフランジ性を余り劣化させずに強度を上げるのに有効な元素である。しかし、過多に添加すれば、溶接部の脆化を招くのみならず、表面性状が劣化させるので、本発明鋼においては、2.0%以下とする。

【0016】Mn: Mnは鋼の固溶強化に有効な元素であるが、その効果を得るには少なくとも0.5%の添加を必要とする。しかし、過多に添加すれば、焼入れ性が高くなり、変態生成物を多量に生成し、高い伸びフランジ性を得ることが困難となるので、その上限を2.0%とする。

【0017】P: Pは延性を劣化させずに固溶強化する有効な元素であるが、過多に添加すると加工後、遷移温度を上昇させるので、0.08%以下とする。

【0018】S: Sは0.006%を超えて多量に含有させると、伸びフランジ性を劣化させるので、0.006%以下とする。

【0019】Al: Alは鋼の溶製時の脱酸剤として添加され、そのために0.01~0.1%の範囲とする。

【0020】N: Nは過度に添加すると、粗大なAlNやTiNなどが生成し、これが介在物として鋼の加工性を劣化させるため、その量を0.005%以下とする。

【0021】Ti: Tiは鋼中のC及びNを析出物にして析出強化し、フェライト中の固溶C量及びセメンタイトを低減させ、伸びフランジ性を向上させる効果がある。その効果を発揮させるには少なくとも0.06%以上の量で、かつ、 $0.50 < (Ti - 3.43N - 1.5S) / 4C$ となる量のTiの添加が必要である。この式を満たす必要があるのは、 $(Ti - 3.43N - 1.5S) / 4C$ が0.50未満になると鋼中のセメンタイトが増加しかつ粗大になり、伸びフランジ性を低下させるためである。しかし、過多に添加すると延性が劣化し、或いは上記効果が飽和して経済的にも不利であるので、Ti添加量の上限を0.3%とする。

【0022】また、本発明においては、Nbを添加することによりTiと同様の効果を得ることができるので、適量のNbを必要に応じて添加できる。Nbの析出の効果を得るには、少なくとも0.005%以上の量で、かつ、Ti添加量との関係で $0.50 < [(Ti - 3.43N - 1.5S) / 4 + Nb / 7.75] / C$ となる量のTi及びNbを添加する必要がある。この式を満たす必要があるのは、 $[(Ti - 3.43N - 1.5S) / 4 + Nb / 7.75] / C$ が0.50未満になると鋼中のセメンタイトが増加しかつ粗大になり、伸びフランジ性を低下させるためである。しかし、過多に添加すると延性が劣化し、或いは上記効果が飽和して経済的にも不利であるので、Nb添加量の上限を0.2%とする。

【0023】更に、本発明においては、Mo、V、Zr、Cr、Ni及びCaよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を必要に応じて添加することができる。これら元素は単独で添加してもよく、また、複合添加してもよいが、複合添加することにより相乗的な効果を得ることができるので有利である。

【0024】V及びZrは炭化物を形成し、フェライト中の固溶C量を低減し、伸びフランジ性を向上させ強化する効果がある。これらの効果を発揮するにはそれぞれ少なくとも0.01%の添加が必要である。しかし、過多に添加すると上記効果が飽和して経済的にも不利であるので、それぞれの上限を0.2%とする。

【0024】Mo、Cr及びNiは固溶強化元素として有効であるが、その効果を発揮するにはMoは少なくとも

0.05%の添加が必要であり、Cr及びNiは少なくとも0.1%の添加が必要である。しかし、過多に添加すると低温変態生成物を多量に生成するので、Moの上限を0.5%、Cr及びNiの上限を2.0%とする。

【0025】Caは硫化物を球状化し、伸びフランジ性を向上させるが、0.01%を超えるとその効果が飽和し、コストアップとなるので、これを上限とする。

【0026】本発明では、上記化学成分の鋼について通常の熱間圧延を行い、低温変態生成物及びパーライトの面積比率が15%以下で、かつ、85%以上のポリゴナルフェライト中にTiCが分散した組織にすることによって、伸びフランジ性に優れた高強度熱延鋼板を得ることができる。低温変態生成物及びパーライトの面積比率が15%を超えると優れた伸びフランジ性が得られない。

【0027】次に本発明の実施例を示す。

【0028】

【実施例】

【0029】表1に示す化学成分を有する鋼片を1200℃に加熱し、通常の熱間圧延工程によって仕上温度850～920℃で、2.0mm厚に仕上げた。その後、冷却速度と巻取温度を変化させて、種々の組織の鋼板を製造した。

【0030】このようにして得られた熱延鋼板について、JIS5号による圧延方向の引張試験、穴広げ試験及び組織観察を行った。その結果を表2に示す。

【0031】なお、穴広げ試験は、径10mmの打ち抜き穴を60°円錐ポンチにて押し広げ、割れが鋼板を貫通した時点での穴径dを測定し、穴広げ率λを次式にて計算した。

$$\lambda = [(d - 10) / 10] \times 100 (\%)$$

【0032】組織は、ナイタル腐食後、走査電子顕微鏡にてフェライト、ベイナイト、マルテンサイト及びパーライトを同定し、それぞれの面積率を画像解析装置によって測定した。

【0033】表2より明らかなように、本発明鋼No.1～No.10はいずれも85%以上のポリゴナルフェライトからなる組織で、析出及び固溶強化等により引張強度が70kgf/mm<sup>2</sup>以上で高いλを有し、優れた伸びフランジ性がある。

【0034】これに対し、比較鋼No.12は、C量が低いために目的とする高強度が得られない。比較鋼No.11、No.13及びNo.19は、C量に対しTi添加量が少ないため、式 $0.5 < [(Ti - 3.43N - 1.5S) / 4 + Nb / 7.75] / C$ を満足することができず、低温変態生成物及びパーライトの面積率が高く、優れた伸びフランジ性が得られない。

【0035】比較鋼No.14は、Ti添加量が少なく、低温変態生成物及びパーライトの面積率が高いため、優れた伸びフランジ性が得られない。比較鋼No.15は、Mn添加量が多いため、延性が低い。比較鋼No.16は、Mo添加量が多いため、低温変態生成物が多く、ポリゴナルフェライトの面積率が低下するので優れた伸びフランジ性が得られない。比較鋼No.17は、S量が多いためλが低い。比較鋼No.18は、Nb添加量が多く、延性が低い。

【0036】次に、表1に示す鋼No.3及びNo.6を用いて、冷却速度及び巻取温度を変えて、組織を変化させ、その都度、伸び及び穴広げ性を調べた。その結果を図1に示す。ポリゴナルフェライトの面積率が85%以上で、穴広げ率が急激に改善されることがわかる。

【0037】また図2に、Ti及びNb量を変化させた以外は本発明範囲内にある鋼について、 $[(Ti - 3.43N - 1.5S) / 4 + Nb / 7.75] / C$ と穴広げ率との関係を示す。この式の値が0.50を超えると穴広げ率が改善されることがわかる。

【0038】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、引張強度が70kgf/mm<sup>2</sup>以上の高強度で優れた伸びフランジ性を有する熱延鋼板を提供することができるので、加工用高強度熱延鋼板として好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例における鋼No.3とNo.6のポリゴナルフェライト面積率と引張強度及び穴広げ率との関係を示す図である。

【図2】 $[(Ti - 3.43N - 1.5S) / 4 + Nb / 7.75] / C$ の値と穴広げ率との関係を示す図である。

【表1】

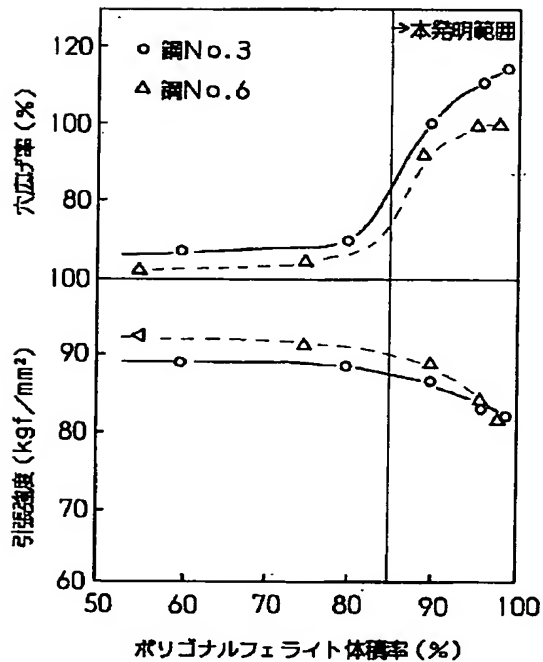
【表2】

供試鋼の化学成分 (wt%)																
鋼 No.	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti	Nb	Mo	V	Zr	Cr	Ni	Ca	N	Ti+Nb/C
1	0.03	1.02	1.49	0.011	0.001	0.028	0.11	—	—	—	—	—	—	—	0.0025	0.833
2	0.03	0.50	1.51	0.005	0.001	0.031	0.10	0.03	—	—	—	—	—	—	0.0022	0.887
3	0.05	0.52	1.50	0.018	0.001	0.036	0.15	0.032	—	—	—	—	—	0.003	0.0024	0.784
4	0.05	0.01	1.53	0.017	0.001	0.035	0.15	0.05	—	—	—	0.20	0.19	0.002	0.0023	0.832
5	0.04	0.99	1.98	0.019	0.001	0.033	0.12	0.03	—	—	—	—	—	0.003	0.0028	0.777
6	0.05	0.48	1.03	0.012	0.001	0.030	0.15	0.05	0.21	—	—	—	—	0.004	0.0025	0.829
7	0.05	0.50	1.48	0.010	0.001	0.032	0.15	0.05	—	0.22	—	—	—	0.003	0.0025	0.829
8	0.05	0.49	1.50	0.009	0.001	0.033	0.15	0.05	—	—	0.05	—	—	0.003	0.0026	0.829
9	0.04	0.06	1.22	0.010	0.001	0.030	0.20	0.05	—	—	—	—	0.51	0.002	0.0024	1.350
10	0.05	0.53	1.52	0.011	0.001	0.029	0.10	0.05	—	—	—	—	—	0.002	0.0023	0.582
11	0.05	0.49	1.42	0.012	0.001	0.032	0.08	0.03	—	—	—	—	—	0.003	0.0025	0.427
12	0.003	0.51	1.49	0.080	0.001	0.027	0.06	0.03	—	—	—	—	—	0.002	0.0022	5.537
13	0.10	1.01	1.41	0.015	0.001	0.035	0.09	0.025	—	—	—	—	—	0.003	0.0025	0.232
14	0.05	0.47	1.52	0.008	0.001	0.034	0.04	—	—	—	—	0.51	—	0.002	0.0023	0.153
15	0.05	0.21	2.19	0.081	0.001	0.039	0.20	0.03	—	—	—	—	—	0.003	0.0027	1.024
16	0.05	0.50	1.50	0.010	0.001	0.035	0.15	0.05	0.99	—	—	—	—	0.003	0.0025	0.829
17	0.04	0.52	1.51	0.009	0.012	0.033	0.15	0.03	—	—	—	—	—	0.002	0.0024	0.870
18	0.05	0.49	1.49	0.012	0.001	0.035	0.05	0.35	—	—	—	—	—	0.003	0.0026	1.101
19	0.14	0.41	2.04	0.011	0.001	0.037	—	—	—	—	—	0.50	—	0.003	0.0025	—

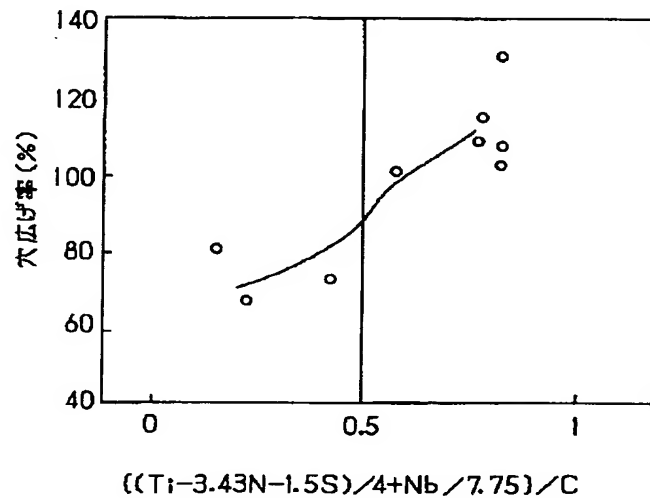
(注) Ti\*Nb/Cは  $((\text{Ti}-3.43\text{N}-1.5\text{S})/4+\text{Nb}/7.75)/\text{C}$  の式で計算した結果である。

区分	鋼 No.	YP (kgf/mm <sup>2</sup> )	TS (kgf/mm <sup>2</sup> )	El (%)	λ (%)	ポリゴナルフェライト 体積率 (%)
本発明鋼	1	72.2	76.9	22.0	122	99
本発明鋼	2	70.9	75.2	22.5	125	99
本発明鋼	3	76.6	81.8	20.8	114	99
本発明鋼	4	74.3	80.6	21.5	102	98
本発明鋼	5	75.1	80.2	21.7	108	98
本発明鋼	6	75.4	81.2	20.7	100	98
本発明鋼	7	69.9	77.8	21.5	107	100
本発明鋼	8	58.5	72.3	21.6	130	100
本発明鋼	9	51.0	73.7	22.4	131	100
本発明鋼	10	75.2	84.6	21.0	100	90
比較鋼	11	70.5	86.3	21.2	72	81
比較鋼	12	33.2	49.4	34.4	155	100
比較鋼	13	79.8	88.7	21.0	67	52
比較鋼	14	83.0	86.5	18.5	80	30
比較鋼	15	68.4	82.6	19.2	82	100
比較鋼	16	80.3	87.2	17.5	70	35
比較鋼	17	72.7	79.4	21.0	68	99
比較鋼	18	65.8	74.5	19.2	80	100
比較鋼	19	65.2	78.0	16.5	75	40

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 白沢秀則  
兵庫県加古川市金沢町1番地株式会社神戸  
製鋼所加古川製鉄所内

(72)発明者 鹿島高弘  
兵庫県加古川市金沢町1番地株式会社神戸  
製鋼所加古川製鉄所内